

P 8032 83/W01/1

③

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3527449 A1

⑤1 Int. Cl. 4:  
B 60 K 41/12

②1 Aktenzeichen: P 35 27 449.2  
②2 Anmeldetag: 31. 7. 85  
④3 Offenlegungstag: 13. 2. 86

*Bene del inventore*

DE 3527449 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
03.08.84 JP P59-162893

⑦1 Anmelder:  
Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

⑦4 Vertreter:  
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Kinkeldey, U.,  
Dipl.-Biol. Dr.rer.nat.; Bott-Bodenhausen, M.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Oshiage, Katsunori, Yokohama, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Regelsystem für ein Kraftfahrzeug mit stufenlos verstellbarem Getriebe

Es wird ein Regelsystem für ein Kraftfahrzeug angegeben, bei dem ein erster und ein zweiter Sollwert für die Maschinenleistung bestimmt werden. Der erste Sollwert ist eine Funktion der Gaspedalstellung, während der zweite Sollwert eine Funktion der Maschinendrehzahl ist. Der erste Sollwert wird als Ausgangssignal erzeugt, wenn die Abweichung der Maschinendrehzahl kleiner als ein vorbestimmter Grenzwert ist, während der zweite Sollwert als Ausgangssignal erzeugt wird, wenn die Abweichung größer ist. Basierend auf diesem Ausgangssignal stellt die Einrichtung die brennbare Ladung, die der Maschine zugeführt wird, so ein, daß die Maschine die von dem Ausgangssignal angegebene Leistung erzeugt.

*Änderung des Sollwertes  
des Motors in Abh. von  
dem aus der Pedalstellung  
des Motors (3. 2. 1. 2  
bühnen)*  
*der Betriebsart in der*

DE 3527449 A1

3527449

NISSAN MOTOR CO., LTD.  
No. 2, Takara-cho, Kanagawa-ku,  
Yokohama City, Japan

PATENTANWÄLTE

GRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR & PARTNER

A. GRÜNECKER, DR. H. KINKELDEY, DR. W. STOCKMAIR, DR. K. SCHUMANN, DR. P. H. JAKOB, DR. G. BECKHOFF, W. MEISTER, H. HILGER, DR. H. MEYER PLATH, DR. M. BOTT, DR. U. KINKELDEY

8000 MÜNCHEN 22  
MAXIMILIANSPLATZ 22

P 19 730-514/Hä

15

Regelsystem für ein Kraftfahrzeug mit  
stufenlos verstellbarem Getriebe

Patentansprüche

20

1. Regeleinrichtung für ein Kraftfahrzeug mit einem Gaspedal, einer Maschine, einer Einrichtung zum Einstellen der der Maschine zugeführten brennbaren Ladung und einem stufenlos veränderbaren Getriebe, das der Maschine zugeordnet ist, derart, daß die Maschinendrehzahl sich ändert, indem man das Unter-  
setzungsverhältnis in dem Getriebe ändert, g e -  
k e n n z e i c h n e t durch

25

30 einen Gaspedalsensor(12), der mit dem Gaspedal (ACC) verbunden ist, um die Winkelstellung (Ac) des Gaspedals (ACC) zu ermitteln und ein Gaspedal-  
sensorsignal zu erzeugen, das der ermittelten Winkelstellung (Ac) des Gaspedals (ACC) entspricht;

35

einen Maschinendrehzahlsensor (18), der der Maschine (24) zugeordnet ist, um die Maschinendrehzahl ( $N_p$ ) der Maschine (24) zu ermitteln und ein entsprechendes Sensorsignal zu erzeugen, das die ermittelte Maschinendrehzahl ( $N_p$ ) angibt;

1 eine Einrichtung (10), die mit dem Gaspedal-  
sensor (12) verbunden ist, um ein Signal zu er-  
zeugen, das einer Maschinen-Solldrehzahl ( $N_D$ ) ent-  
spricht, die eine vorbestimmte Funktion der Winkel-  
5 stellung ( $A_c$ ) des Gaspedals (ACC) ist;

eine Einrichtung (14), die mit dem Maschinen-  
drehzahlsensor (18) und der Einrichtung (10) zur  
Erzeugung des die Maschinensolldrehzahl ( $N_D$ ) an-  
gebenden Signals verbunden ist, um ein einer Ab-  
10 weichung ( $N$ ) zwischen der ermittelten und der  
Solldrehzahl ( $N_P$ ,  $N_D$ ) anzeigendes Signal zu er-  
zeugen und um die Verstellung des Untersetzungs-  
verhältnisses in dem stufenlos veränderbaren Ge-  
triebe so zu regeln, daß die Abweichung ( $N$ ) gegen  
15 Null geht;

eine Einrichtung (16), die auf das die Abweichung  
( $N$ ) angegebene Signal anspricht, um selektiv als  
Ausgangssignal einen ersten Sollwert, der eine  
vorbestimmte Funktion der Stellung ( $A_c$ ) des Gas-  
20 pedals (ACC) ist, oder einen zweiten Sollwert,  
der eine vorbestimmte Funktion der Maschinendreh-  
zahl ( $N_P$ ) der Maschine (24) ist, auszugeben; und

eine Einrichtung (20, 28), die auf dieses Aus-  
gangssignal anspricht, um die Einrichtung so zu ver-  
25 stellen, daß die Maschine eine Leistung abgibt, die  
von dem Ausgangssignal angegeben wird.

2. Regeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Signalaus-  
30 wählleinrichtung enthält:

eine Einrichtung (16) zum Vergleichen des die  
Abweichung ( $N$ ) anzeigenden Signals mit einem vor-  
bestimmten Bezugswert und zum Erlauben der Erzeugung  
eines ersten Sollwertes als Ausgangssignal, wenn  
35 das die Abweichung anzeigende Signal ein vorbe-

1 stimmtes Verhältnis zu dem vorbestimmten Bezugswert  
erreicht, und die Erzeugung eines zweiten Sollwertes  
als Ausgangssignal erlaubt, wenn das die Abweichung  
anzeigende Signal das vorbestimmte Verhältnis nicht  
5 erreicht.

3. Regeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Signalaus-  
wähleinrichtung enthält:

10 eine Einrichtung (16) zum Vergleichen des  
Absolutwertes des die Abweichung anzeigenden Signals  
mit einem vorbestimmten Bezugswert und zum Erlauben  
der Erzeugung eines ersten Sollwertes als Aus-  
gangssignal, wenn der Absolutwert kleiner als der  
15 vorbestimmte Bezugswert ist und der Erzeugung des  
zweiten Sollwertes als Ausgangssignal, wenn der  
Absolutwert größer oder gleich dem vorbestimmten  
Bezugswert ist.

20 4. Regelverfahren für ein Kraftfahrzeug mit  
einem Gaspedal, einer Maschine, einer Einrichtung  
zum Einstellen der der Maschine zugeführten brenn-  
baren Ladung, und einem stufenlos änderbaren  
Getriebe, das der Maschine wirkungsmäßig so zuge-  
25 ordnet ist, daß die Maschinendrehzahl durch Ver-  
ändern des Untersetzungsverhältnisses des Getriebes  
geändert wird, g e k e n n z e i c h n e t durch  
folgende Schritte:

Ermitteln der Gaspedalstellung und Erzeugen eines  
30 die Gaspedalstellung anzeigenden Signals;  
Ermitteln der Maschinendrehzahl und Erzeugen  
eines die Maschinendrehzahl anzeigenden Signals;  
Erzeugen eines eine Maschinen-Solldrehzahl an-  
zeigenden Signals als vorbestimmte Funktion der  
35 Gaspedalstellung;

1 Erzeugen eines die Abweichung zwischen der  
ermittelten und der Solldrehzahl anzeigenden Signals  
und Regeln der Verstellung des Untersetzungsverhält-  
nisses in dem stufenlos veränderbaren Getriebe  
5 derart, daß die Abweichung gegen Null geht;

selektives Erzeugen eines ersten Sollwertes,  
der eine vorbestimmte Funktion der Gaspedal-  
stellung ist, als Ausgangssignal, wenn das die  
Abweichung anzeigende Signal ein vorbestimmtes  
10 Verhältnis zu einem vorbestimmten Bezugswert er-  
reicht oder eines zweiten Sollwertes, der eine  
vorbestimmte Funktion der Maschinendrehzahl ist,  
wenn das die Abweichung anzeigende Signal nicht  
das vorbestimmte Verhältnis erreicht, als Ausgangs-  
15 signal und

Betätigen der Einrichtung in Abhängigkeit  
von dem Ausgangssignal derart, daß die Maschine  
die von dem Ausgangssignal angegebene Leistung  
entwickelt.

20

25

30

35

1            Regelsystem für ein Kraftfahrzeug  
             mit stufenlos verstellbarem Getriebe

Beschreibung

5            Die Erfindung bezieht sich auf ein Regel-  
system für ein Kraftfahrzeug mit stufenlos ver-  
stellbarem Getriebe nach dem Oberbegriff des Pa-  
tentanspruchs 1.

10           Technischer Hintergrund des Anmeldungsgegen-  
standes ist ein Regelsystem für ein Kraftfahrzeug  
mit stufenlos verstellbarem Getriebe, die aus  
15           der EP-A 59 426 bekannt. Bei dem dort beschrie-  
benen System wird der Öffnungsgrad einer Drosselklappe  
der Brennkraftmaschine des Fahrzeugs proportional  
zum Verstellwinkel des Gaspedals verändert, wenn  
dieser unterhalb eines vorbestimmten kleinen Wertes  
20           bleibt, während die Öffnung der Drosselklappe  
in voll geöffnetem Zustand konstant gehalten wird,  
wenn der Betätigungswinkel des Gaspedals größer  
als der vorbestimmte kleine Grenzwert ist. Die  
Maschinendrehzahl wird auf eine Solldrehzahl durch  
25           Einstellung eines Untersetzungsgetriebes mit stu-  
fenlos veränderlichem Untersetzungsverhältnis  
eingestellt. Die Solldrehzahl ist eine Funktion  
des Betätigungswinkels des Gaspedals und der  
Fahrzeuggeschwindigkeit.

30           Aus der EP-OS 73 475 ist ein Regelsystem  
für ein Kraftfahrzeug mit stufenlos veränder-  
lichem Getriebe bekannt, bei dem eine Maschinen-  
Solldrehzahl als eine erste Funktion des Betäti-  
gungswinkels des Gaspedals und ein Maschinen-  
35           Solldrehmoment als eine zweite Funktion des Be-

1     tätigungswinkels des Gaspedals bestimmt werden.  
Die der Maschine zugeordnete Kraftstoffzuführ-  
einrichtung wird durch Beeinflussen des Öffnungs-  
grades der Drosselklappe oder durch Beeinflussung  
5     des Stellhebels einer Kraftstoffeinspritzpumpe so  
verändert, daß das der Maschine zugeführte brenn-  
bare Gasgemisch derart ist, daß die Maschine das  
Solldrehmoment erzeugt.

10             Aus der EP-OS 123 083 ist ein Regelsystem:  
für ein Kraftfahrzeug mit kontinuierlich verstell-  
barem Getriebe bekannt, bei dem eine gewünschte  
Antriebskraft als Funktion des Betätigungswinkels  
des Gaspedals und der Fahrzeuggeschwindigkeit  
15     und eine gewünschte Maschinenleistung auf der Grund-  
lage der gewünschten Antriebskraft bestimmt werden.  
Ein Soll-Öffnungswinkel der Drosselklappe und eine  
Maschinen-Solldrehzahl, die bewirken, daß die  
Maschine die gewünschte Leistung erzeugt, werden  
20     bestimmt. Es ist ein Drosselstellglied beschrieben,  
das den Öffnungsgrad der Drosselklappe gegen den  
Sollwert verstellt, und ein Untersetzungsgetriebe  
mit stufenlos veränderlichem Untersetzungsverhält-  
nis wird so eingestellt, daß die Maschine die  
25     Solldrehzahl erreicht.

              Aus der JP-OS 58-160661 ist ein Regelsystem  
bekannt, bei dem die von der Maschine verlangte  
Leistung als eine Funktion des Betätigungswinkels  
30     eines der Maschine zugeordneten Gaspedals bestimmt  
wird und ein Ausgangsdrehmoment und eine Maschinen-  
drehzahl, die die benötigte Maschinenleistung  
angeben, werden als Solldrehmoment und Solldrehzahl  
bestimmt. Das Untersetzungsverhältnis des stufen-  
35     los veränderlichen Getriebes wird über eine Rück-

- 1      kopplungsregelung auf einen Sollwert eingestellt,  
bei dem die Maschinensolldrehzahl erreicht wird,  
und die Menge der der Maschine zugeführten Luft  
(oder des Kraftstoffs) wird durch die Rückkopp-  
5      lungsregelung auf einen Sollwert eingestellt, der  
groß genug ist, daß die Maschine das Solldrehmoment  
abgibt.

- 10      Das beschriebene Regelsystem wirft jedoch wäh-  
rend des Übergangsbetriebs nach schnellem Wechseln  
der Gaspedalstellung ein Problem auf. Eine schnelle  
Änderung der Gaspedalstellung ruft eine schnelle  
Änderung in der der Maschine zugeführten Luftmenge  
und eine weniger schnelle Änderung der Maschinen-  
15      drehzahl hervor. Dieses verzögernde Ansprechen der  
Maschinendrehzahl während der Übergangsperiode  
rührt aus der Tatsache her, daß die Maschinendreh-  
zahl durch kontinuierliches Verstellen des Unter-  
setzungsverhältnisses der Maschine verändert wird,  
20      und die Verstellung des Getriebes benötigt beacht-  
liche Zeit, wenn die Verstellung sehr stark ist.  
Als Folge davon kann die Maschine während des Über-  
gangs nicht mit günstigstem Kraftstoffverbrauch  
betrieben werden, vielmehr weicht sie von der  
25      hierfür charakteristischen Kurve ab. Dies wird  
unter Bezugnahme auf die Fig. 6 und 7 im einzelnen  
erläutert.

- 30      Es sei nun angenommen, daß die als Betätigungs-  
winkel des Gaspedals ausgedrückte Maschinenleistung  
sehr schnell von einem Punkt einer Iso-Leistungs-  
kurve Pa zu einem anderen Punkt auf einer anderen  
Iso-Leistungskurve Pb verschoben werden soll (d.h.  
im Falle, wo der Betriebszustand der Maschine sich  
35      von einem Betriebspunkt A zu einem anderen Betriebs-



1     punkt B ändern soll). Dies bewirkt eine Änderung  
in der Maschinen-Solldrehzahl von einem Wert  $N_a$   
zu einem anderen Wert  $N_b$  und eine Änderung in der  
Ansaugluftmenge von  $G_a$  nach  $G_b$  hervor (siehe Fig.6).  
5     Wie durch die voll ausgezogene Linie in Fig. 7 dar-  
gestellt ist, folgt die augenblickliche Ansaugluft-  
menge der Änderung in die gewünschte Ansaugluftmenge  
und erreicht den Zielwert ( $G_b$ ) mit geringer Ver-  
zögerung, da jedoch bei dem kontinuierlich ver-  
10     stellbaren Untersetzungsgetriebe die Verstellung  
nicht schnell vor sich geht, wird eine beachtliche  
Zeit benötigt, bis die Maschine die Solldrehzahl  
( $N_b$ ) erreicht. Die Maschine verfolgt daher eine  
Betriebskurve, die in Fig. 6 gestrichelt eingezeich-  
15     net ist, die von der Kurve günstigsten Kraftstoff-  
verbrauchs abweicht. Als Folge davon wird mehr  
Kraftstoff verbraucht als notwendig ist, und wird  
ein erhöhter Schadstoffanteil mit den Abgasen ab-  
gegeben. Das gleiche Problem erwächst im Falle, wenn  
20     die Maschinenleistung sich sehr schnell von einem  
Punkt auf eine Iso-Kraftstoffverbrauchskurve  $P_b$   
auf einen anderen Punkt auf einer Iso-Kraftstoff-  
verbrauchskurve  $P_a$  ändern soll.

25     Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde,  
das obige Problem zu lösen und ein Regelsystem für  
ein Kraftfahrzeug mit kontinuierlich verstellbarem  
Getriebe anzugeben, bei dem die Maschine stets  
mit günstigstem Kraftstoffverbrauch betrieben wird,  
30     selbst wenn eine schnelle Änderung der Maschinen-  
leistung gewünscht wird, was sich durch ein  
schnelles Ändern der Gaspedalstellung ausdrückt.

35     Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden  
Merkmal des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte

1     Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand  
weiterer Ansprüche.

5             Die Erfindung soll nachfolgend unter Bezugnahme  
auf in den Zeichnungen dargestellte Ausführungs-  
beispiele näher erläutert werden. Es zeigt:

10            Fig. 1 ein Blockdiagramm einer ersten Aus-  
führungsform eines Regelsystems nach der vorlie-  
genden Erfindung;

15            Fig. 2 verschiedene Kurven der Betriebs-  
charakteristik einer Maschine, die nach vorliegender  
Erfindung betrieben wird;

20            Fig. 3 ein computergesteuertes Regelsystem,  
das die Regelcharakteristik nach der ersten Aus-  
führungsform der Erfindung ausführt;

25            Fig. 4 ein Flußdiagramm;

30            Fig. 5 ein Blockdiagramm einer weiteren Aus -  
führungsform der Erfindung;

35            Fig. 6 Betriebskurven einer Maschine mit einem  
Regelsystem bekannte Art und

40            Fig. 7 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung der  
Betriebsweise des bekannten Regelsystems.

45            In Fig. 1 ist ein Blockdiagramm einer ersten  
Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darge-  
stellt. Mit dem Bezugszeichen 10 ist eine Maschinen-  
Solldrehzahl-Bestimmungseinrichtung bezeichnet, die  
über einem Ausgangssignal Ac eines Gaspedalsensors 12

- 10

1 unter Verwendung einer vorbestimmten Funktion eine  
Maschinen-Solldrehzahl  $N_D$  bestimmt. Der Gaspedal-  
sensor 12 ermittelt den Betätigungswinkel eines  
Gaspedals ACC, das der Maschine 24 zugeordnet ist,  
5 und erzeugt ein Ausgangssignal, das den Betätigungs-  
winkel des Gaspedals angibt. Mit 14 ist eine erste  
Luftansaugmengenbestimmungseinrichtung bezeichnet,  
die eine erste Ansaugluft-Sollmenge  $Q_1$  über dem  
Betätigungswinkel  $\alpha_c$  des Gaspedals unter Verwendung  
10 einer vorbestimmten Funktion angibt. Die Einstellung  
der Maschinen-Solldrehzahl  $N_D$ , die durch die Ma-  
schinen-Solldrehzahl-Bestimmungseinrichtung 10  
erzeugt wird und die erste Ansaugluft-Sollmenge  
 $Q_1$ , die von der ersten Ansaugluft-Sollmengen-  
15 Bestimmungseinrichtung erzeugt wird, sind derart,  
daß mit diesen Zielwerten die Maschine an einem  
Arbeitspunkt auf einer Iso-Leistungskurve arbeitet,  
der den besten Kraftstoffverbrauch unter all den  
Punkten angibt, die diese Iso-Leistungskurve bilden.  
20 Es folgt daraus, daß der Betrieb der Maschine durch  
Aufrechterhalten der Maschinendrehzahl und der An-  
saugluftmenge auf ihren entsprechenden Sollwerten  
dazu führt, daß die Maschine die Kurve günstigsten  
Kraftstoffverbrauchs verfolgt.

25

Mit 16 ist ein Operationsverstärker zum Be-  
stimmen der ersten Abweichung und mit 20 ist ein  
erster Rückkopplungsregler bezeichnet, die mit-  
einander zusammenwirken und einen Verstellbefehls-  
30 geber bilden. Der Operationsverstärker zur Be-  
stimmung der ersten Abweichung 16 vergleicht die  
maschinen-Solldrehzahl  $N_D$ , die von der Einrichtung  
10 vorgegeben wird, mit der aktuellen Maschinen-  
drehzahl  $N_p$ , die von dem Maschinendrehzahlsensor 18  
35 ermittelt wird, um eine Abweichung  $\Delta N$  der augen-

1      blicklichen Drehzahl von der Solldrehzahl zu be-  
stimmen. Das Ausgangssignal des Operationsverstär-  
kers 16 zum Bestimmen der ersten Abweichung, das  
diese Drehzahlabweichung  $\Delta N$  angibt, wird dem ersten  
5      Rückkopplungsregler 20 zugeführt. Dieser erzeugt  
ein Regelsignal und führt dieses einem Verstell-  
glied 28 zu, um das stufenlos verstellbare Unter-  
setzungsgetriebe zu verstellen und so die Maschinen-  
drehzahl der zugehörigen Maschine 24 so einzustellen,  
10      daß die augenblickliche Drehzahl  $N_p$  mit der Soll-  
drehzahl  $N_D$  übereinstimmt (d.h. die Regelung erfolgt  
derart, daß  $\Delta N$  gegen 0 geht).

15      Mit 30 ist eine zweite Ansaugluft-Sollmengen-  
bestimmungseinrichtung bezeichnet, die eine zweite  
Ansaugluft-Sollmenge  $Q_2$  über der augenblicklichen  
maschinendrehzahl  $N_p$  bestimmt, die mittels des  
Drehzahlsensors 18 ermittelt worden ist, was unter  
Verwendung einer vorbestimmten Funktion erfolgt.  
20      Die Einstellung dieses zweiten Sollwertes  $Q_2$  ist  
derart, daß mit dieser Ansaugluft-Sollmenge  $Q_2$   
und der augenblicklichen Maschinendrehzahl  $N_p$   
die Maschine 24 mit günstigstem Kraftstoffverbrauch  
arbeitet. Ein Ausgangssignal der zweiten Ansaug-  
25      luft-Sollmengenbestimmungseinrichtung 30, das  
die zweite Ansaug-Sollmenge  $Q_2$  angibt, wird einer  
Umschalteneinrichtung 22 zugeführt. Dieser wird außer-  
dem das Ausgangssignal der ersten Ansaugluft-  
Sollmengenbestimmungseinrichtung 14 zugeführt,  
30      das die erste Ansaugluft-Sollmenge  $Q_1$  angibt. Die  
Umschalteneinrichtung 22 wählt eines dieser Signale  $Q_1$   
und  $Q_2$  in Abhängigkeit von der Größe der Drehzahl-  
abweichung  $\Delta N$ , die ihr von dem Operationsver-  
stärker 16 zugeführt wird, aus. Ein Ausgangssignal  
35      der Umschalteneinrichtung 22, das das ausgewählte

1 Signal angibt, wird dem Operationsverstärker 32  
zur Bestimmung der zweiten Abweichung zugeführt.  
Dies bedeutet, daß, wenn der Absolutwert der Ab-  
weichung  $\Delta N$  kleiner als ein vorbestimmter Wert ist,  
5 die erste Ansaugluft-Sollmenge  $Q_1$  ausgewählt wird,  
während, wenn der Absolutwert der Abweichung  $\Delta N$   
größer als der vorbestimmte Wert ist, die zweite  
Ansaugluft-Sollmenge  $Q_2$  ausgewählt wird.

10 Der Operationsverstärker 32 zur Bestimmung der  
zweiten Abweichung und ein zweiter Rückkopplungs-  
regler 36 arbeiten zusammen und bilden einen Be-  
fehlsgeber zur Steuerung der Menge der der Maschine  
zugeführten Ansaugluft. Der Operationsverstärker 32  
15 zur Bestimmung der zweiten Abweichung berechnet  
eine Abweichung  $\Delta Q$  der augenblicklichen Ansaug-  
luftmenge  $Q_p$ , die der Maschine zugeführt wird und  
mittels eines Sensors 34 ermittelt wird, von dem  
Sollwert  $Q_1$  oder  $Q_2$ , der von dem Ausgangssignal der  
20 Umschalteneinrichtung 22 angegeben wird. Ein Aus-  
gangssignal des Operationsverstärkers 32, das  
die Abweichung  $\Delta Q$  angibt, wird dem zweiten Rück-  
kopplungsregler 32 zugeführt. Dieser führt ein  
Betätigungssignal einer Ansaugluftmengenregelein-  
25 richtung 38 zu, um diese zu betätigen, daß die  
Abweichung  $\Delta Q$  gegen Null geht.

Der Gaspedalsensor 12 kann die Form eines Po-  
tentiometers haben, das wirkungsmäßig mit dem Gas-  
30 pedal verbunden ist, wie beispielsweise in der  
EP-OS 59426 oder in der EP-OS 73 475 beschrieben.  
Ein Maschinendrehzahlsensor ist ein bekanntes Bau-  
element, das beispielsweise mit dem Bezugszeichen  
40 in der EP-OS 73 475 bezeichnet ist. Der Ansaug-  
35 luftmengensensor 34 ist ebenfalls ein bekanntes Bau-

1 teil und häufig als Luftströmungssensor bezeichnet.

Die Ansaugluftmengenregeleinrichtung 38 ist  
in Form eines sogenannten Drosselklappenstellers reali-  
5 siert, der eine Einrichtung ist, mit der der Öffnungs-  
grad einer in der Ansaugluftleitung installierten  
Drosselklappe elektromagnetisch beeinflusst wird.  
ein Drosselklappensteller ist in der EP-OS 123083  
beschrieben. Andere Arten von Drosselstelleinrich-  
10 tungen sind mit 102 und 114 in der EP-OS 59 426  
und mit den Bezugszeichen 10, 12, und 16 in der  
EP-OS 73 475 offenbart.

Das im Untersetzungsverhältnis stufenlos ver-  
15 änderliche Getriebe 26 mit dem Stellglied 28 ist  
wohl bekannt. Ein solches Getriebe ist beispiels-  
weise in der EP-OS 81 735 beschrieben. Bezug wird  
auch auf die EP-OS 93 313 genommen, um zu zeigen,  
wie die Verstellung des Untersetzungsverhältnisses  
20 eines stufenlos verstellbaren Getriebes ausgeführt  
wird. Die Betriebsweise wird nachfolgend erläutert.  
Wenn, wie Fig. 2 zeigt, gewünscht wird, die Ma-  
schine 24 von einem Punkt M auf einen anderen Punkt  
N auf der Kurve günstigsten Kraftstoffverbrauchs  
25 zu bringen, d.h., wenn gewünscht wird, die Maschinen-  
leistung von  $P_m$  auf  $P_n$  zu verändern, dann bleibt  
die Abweichung  $\Delta N$  der Maschinendrehzahl aufgrund  
der Tatsache, daß die Solldrehzahl  $N_D$  nicht wesent-  
lich in diesem Beispiel verändert wird, kleiner  
30 als der vorbestimmte Wert, so daß die Umschalt-  
einrichtung 22 veranlaßt wird, ein Ausgangs-  
signal abzugeben, das die erste Ansaugluft-Soll-  
menge  $Q_1$ , die durch die erste Ansaugluft-Solllmengen-  
Bestimmungseinrichtung 14 bestimmt wird, angibt.  
35 Dieses Ausgangssignal wird dem Operationsverstärker

1 32 für die Bestimmung der zweiten Abweichung  $\Delta Q$   
zugeführt, wo diese Abweichung der Ansaugluftmenge  
errechnet wird. Ein Ausgang des Operationsverstär-  
5 kers 32 wird auch dem Rückkopplungsregler 36 zuge-  
führt. Da auf der Grundlage der ersten Ansaugluft-  
Sollmenge  $Q_1$  die Rückkopplungsregelung der Ansaug-  
luftmengenregeleinrichtung 38 ausgeführt wird,  
wird diese sehr schnell mit einer hohen Ansprech-  
10 geschwindigkeit betätigt, so daß die herrschende  
Ansaugluftmenge  $Q$  schnell gesteigert wird. Da sich  
die Maschinen-Solldrehzahl während dieser Übergangs-  
periode nicht wesentlich ändert, ruft diese  
schnelle Änderung der Ansaugluftmengenregelein-  
15 richtung 38 keine wesentliche Abweichung der Ma-  
schine 24 von der Kurve günstigsten Kraftstoffver-  
brauchs vor.

Wenn andererseits eine Änderung des Betriebs-  
zustandes der Maschine 24 vom Betriebspunkt A zu  
20 einem anderen Betriebspunkt B auf der Kurve günstigsten  
Kraftstoffverbrauchs gewünscht wird, d.h. wenn ge-  
wünscht wird, die Maschinenleistung von  $P_A$  auf  $P_B$   
zu ändern, dann ist die Abweichung  $\Delta N$  der augen-  
25 blicklichen Drehzahl  $N_p$  von der Solldrehzahl  $N_D$   
größer als der vorbestimmte Wert, was dazu führt,  
daß die Umschalteneinrichtung 22 die zweite Ansaugluft-  
Sollmenge  $Q_2$  auswählt, die durch die zweite An-  
saugluft-Solllmengenbestimmungseinrichtung 30 be-  
30 stimmt wird, und führt ein Ausgangssignal, das  
diese Auswahl anzeigt, dem Operationsverstärker 32  
zur Bestimmung der zweiten Abweichung zu, wo die  
Abweichung  $\Delta Q$  berechnet wird. Als Ergebnis davon  
wird die Rückkopplungsregelung der Ansaugluft-  
regeleinrichtung 38 so ausgeführt, daß die augen-  
35 blickliche Ansaugluftmenge  $Q_p$  einem zweiten Sollwert

1  $Q_2$  folgt. Die Einstellung der zweiten Ansaugluft-  
menge  $Q_2$ , die man durch die Bestimmung mittels  
der zweiten Ansaugluft-Sollmengenbestimmungsein-  
richtung 30 erhält, ist derart, daß eine Ansaug-  
5 luftmenge, die entsprechend dem günstigsten Kraft-  
stoffverbrauch eingerichtet ist, für jede augen-  
blickliche Maschinendrehzahl  $N_p$  eingestellt wird.  
Auf diese Weise steigert die zweite Ansaugluft-soll-  
menge allmählich mit der jeweiligen Maschinendreh-  
10 zahl  $N_p$ , was zur Folge hat, daß die augenblickliche  
Ansaugluftmenge  $Q_p$  sich mit der Maschinendrehzahl  
ändert. Der Betriebszustand der Maschine 24 ändert  
sich daher vom Punkt A zum Punkt B ohne jegliche  
Abweichung von der Kurve günstigsten Kraftstoff-  
15 verbrauchs.

Es folgt, daß im Falle, wo die Abweichung  $\Delta N$   
der Maschinendrehzahl kleiner als der vorbestimmte  
Wert ist, so daß kaum Möglichkeiten des Auftretens  
20 einer Abweichung vom günstigsten Kraftstoffver-  
brauch gegeben ist, die Ansaugluftmenge schnell  
verändert wird, bis ein Sollbetriebspunkt erreicht  
ist, während im Falle, wo die Abweichung  $\Delta N$  der  
Maschinendrehzahl groß ist und die hohe Wahrschein-  
25 lichkeit des Auftretens einer größeren Abweichung  
vom günstigsten Kraftstoffverbrauch gegeben ist,  
die Ansaugluftmenge allmählich verändert wird. Ent-  
sprechend dieser Regelung kann die Maschine stets  
mit günstigstem Kraftstoffverbrauch betrieben werden.

30 Bezugnehmend auf Fig. 2 wird eine zweite Aus-  
führungsform erläutert, bei der die beschriebene  
Regelstrategie mit Hilfe eines mikrocomputer-  
gesteuerten Regelsystems ausgeführt wird. In Fig.3  
35 ist mit dem Bezugszeichen 50 ein Impulsformer be-



1 zeichnet, über den das von dem Maschinendrehzahl-  
sensor 18 gelieferte Impulsausgangssignal in ein  
Signal umgewandelt wird, das durch den Mikrocomputer  
5 verarbeitbar ist.

10 Mit dem Bezugszeichen 52 ist ein A/D-Wandler be-  
zeichnet, der analoge Ausgangssignale eines Gaspedal-  
sensors 12 und eines Ansaugluftmengensensors 34  
in Digitalsignale umwandelt, die von dem Mikro-  
computer verarbeitet werden können. Nach der  
Signalwandlung werden die Ausgangssignale des Dreh-  
zahlsensors 18, des Gaspedalsensors 12 und des  
Ansaugluftmengensensors 34 über ein Eingabe/Aus-  
gabe-Interface 60 von einer CPU 54 gelesen. Die CPU 54  
15 verarbeitet die Eingangssignale einschließlich der  
Signale vom Impulsformer 50 und vom A/D-Wandler 52  
in Übereinstimmung mit in einem ROM 56 gespeicher-  
ten Programmen. Dieses ROM speichert nicht nur  
die für die Ausführungsprogramme notwendigen Be-  
20 fehle, sondern auch die für den Betrieb, der von  
der CPU 54 ausgeführt werden soll, notwendigen Daten.  
Mit 58 ist ein RAM bezeichnet, das Zwischenergebnisse  
und dgl. des Betriebs der CPU 54 speichert. In  
Übereinstimmung mit Befehlen, die auf dem Ergebnis  
25 des von der CPU 54 ausgeführten Betriebs basieren,  
liefert das Eingabe/Ausgabe-Interface 60 Ausgangs-  
signale zu dem Verstellglied 28 und dem Ansaug-  
luftmengen-Regelglied 38 zu deren Betätigung.

30 Es seien nun das Flußdiagramm nach Fig. 4  
betrachtet. Die Folge von der CPU 54 auszuführen-  
den Schritten wird nun erläutert. Zunächst wird  
der Betätigungswinkel  $\alpha_c$  des Gaspedals von dem  
Gaspedalsensor 12 gelesen (Schritt 501). Unter  
35 Verwendung einer vorbestimmten Funktion  $N_D = g(\alpha_c)$

- 1 wird die Maschinensolldrehzahl  $N_D$  über dem gerade  
gelesenen Betätigungswinkel berechnet (Schritt 502).  
Sodann wird die augenblickliche Maschinendrehzahl  
 $N_P$  vom Maschinendrehzahlsensor 18 gelesen (Schritt  
5 503). Die Abweichung  $\Delta N$  der Maschinenistdrehzahl  
 $N_P$  von der Maschinensolldrehzahl  $N_D$  wird errechnet  
(Schritt 504). Basierend auf der Abweichung  $\Delta N$   
wird eine Rückkopplungsregelung ausgeführt (Schritt  
10 525) und ein Betätigungssignal wird erzeugt, das  
dem Stellglied 28 so zugeführt wird, daß die Ab-  
weichung  $\Delta N$  gegen Null vermindert wird (Schritt 506).  
Die erste Ansaugluft-Sollmenge  $Q_1$  wird unter Ver-  
wendung einer vorbestimmten Funktion  $Q_1=f_1(Ac)$  er-  
rechnet, basierend auf dem Betätigungswinkel  $Ac$   
15 des Gaspedals, der im Schritt 501 gelesen wurde.  
Die Berechnung findet im Schritt 507 statt. Dann  
wird eine zweite Ansaugluft-Sollmenge  $Q_2$  unter  
Verwendung einer vorbestimmten Funktion  $Q_2=f_2(N_P)$   
berechnet, basierend auf der augenblicklichen Ma-  
20 schinendrehzahl  $N_P$ , die im Schritt 503 ermittelt  
wurde (Schritt 508). Es wird dann bestimmt, ob  
oder ob nicht der Absolutwert der Abweichung  $\Delta N$   
kleiner als ein vorbestimmter Wert  $C$  ist (Schritt 509).  
Wenn der Absolutwert der Abweichung  $N$  kleiner als  
25 der vorbestimmte Wert  $C$  ist, dann wird die erste  
Ansaugluftmenge  $Q_1$  als ein Sollwert  $Q_D$  gesetzt  
(Schritt 510), während, wenn die Abweichung  $\Delta N$   
größer oder gleich dem vorbestimmten Wert  $C$  ist,  
die zweite Ansaugluftmenge  $Q$  ausgewählt und als  
30 Sollwert  $Q_D$  gesetzt wird (Schritt 511). Die augen-  
blickliche Ansaugluftmenge  $Q_P$  wird von dem An-  
saugluftmengensensor 34 ermittelt (Schritt 512).  
Die Abweichung  $\Delta Q$  der herrschenden Ansaugluft-  
menge  $Q_P$  von dem Sollwert  $Q_D$  wird berechnet (Schritt  
35 513). Dann wird, basierend auf dieser Abweichung  $\Delta Q$

1     im Schritt 514 eine Rückkopplungsregelung ausge-  
führt. Ein Signal zum Betätigen der Ansaugluft-  
mengenregeleinrichtung 38 wird erzeugt und dieser  
Einrichtung 38 so zugeführt, daß die Abweichung     Q  
5     gegen Null verringert wird (Schritt 515). Als  
Ergebnis werden Stellglied 28 und die Ansaug-  
luftmengenregeleinrichtung 38 in derselben Weise  
wie beim ersten Ausführungsbeispiel beeinflußt.

10           Es sei nun auf Fig. 5 Bezug genommen, in der  
ein drittes Ausführungsbeispiel beschrieben ist.  
Der Unterschied zu der ersten Ausführungsform, wo  
die Ansaugluftmenge geregelt wird, sieht die dritte  
Ausführungsform die Verwendung der Betriebsposition  
15     der Ansaugluftmengenregeleinrichtung 38 als das  
zu regelnde Subjekt vor. Da bei dieser Ausführungs-  
form die herrschende Ansaugluftmenge nicht ermittelt  
wird, findet sich bei ihr kein Ansaugluftmengensensor  
34 , der bei der ersten Ausführungsform verwendet  
20     wird. Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich  
weiterhin von der ersten dadurch, daß die erste  
Ansaugluft-Sollmengenbestimmungseinrichtung 34 und  
die in der ersten Ausführungsform verwendete zweite  
Ansaugluft-Sollmengenbestimmungseinrichtung 30 durch  
25     eine erste Betriebsstellungs-Bestimmungseinrichtung  
14' für die Ansaugluftmengenregeleinrichtung und eine  
zweite Betriebsstellungs-Bestimmungseinrichtung 30'  
für die Ansaugluftregeleinrichtung ersetzt sind.  
Da die Betriebsposition der Ansaugluftmengenregel-  
30     einrichtung 38 der durch den Ansaugluftmengensensor  
34 ermittelten Ansaugluftmenge entspricht, ist die  
Betriebs- und Wirkungsweise dieser dritten Ausführungs-  
form der Erfindung im wesentlichen die gleiche wie  
die der ersten Ausführungsform. Die Ansaugluftmengen-  
35     regeleinrichtung 38 enthält einen Positionssensor für

1 die Ermittlung ihrer Betriebsposition, d.h. einen  
Positionssensor für den Öffnungsgrad eine Drossel-  
klappe. Ein Ausgangssignal dieses Positionssensors,  
das die Betriebsstellung der Einrichtung 38 angibt,  
5 wird dem Operationsverstärker 32 für die Bestimmung  
der zweiten Abweichung zugeführt.

Obgleich bei den vorangehend beschriebenen Aus-  
führungsformen die Menge der Ansaugluft regelbar  
10 eingestellt wird, um zu bewirken, daß die Maschine  
die vom Gaspedal vorgegebene Leistung entwickelt,  
findet dies auf eine Dieselmachine, die nicht  
mit einer Drosselklappe ausgerüstet ist, keine An-  
wendung. Dennoch ist die Erfindung auch bei einer  
15 Dieselmachine anwendbar, wenn die Betriebsposition  
eines Stellhebels einer Einspritzpumpe als Sollwert  
verwendet wird, weil die von der Dieselmachine  
entwickelte Leistung von dem Stellhebel der  
Kraftstoffeinspritzpumpe bestimmt wird. Man ver-  
20 steht daher, daß die Erfindung bei jeder Art von  
Maschine einsetzbar ist, wenn diese eine geeignete  
Regelvariable aufweist, die eng auf die Einstellung  
der der Maschine zugeführten brennbaren Ladung  
als Sollwert anstelle der Ansaugluftmenge (wie im  
25 Falle der ersten Ausführungsform) oder der Betriebs-  
stellung der Ansaugluftmengen-Regeleinrichtung (wie  
im Falle der dritten Ausführungsform) bezogen ist.  
Mit anderen Worten, die Erfindung kann an einem  
Kraftfahrzeug Anwendung finden, das mit einer Ma-  
30 schine und einem stufenlos verstellbaren Getriebe  
ausgerüstet ist, um die Kraftstoffversorgung der  
Maschine auf einen ersten oder einen zweiten Sollwert  
in Übereinstimmung mit einem Befehl einzustellen,  
der die Abweichung einer Maschinen-Istdrehzahl von  
35 einer Solldrehzahl beurteilt, die als Funktion der

- 1 Gaspedalstellung, d.h. der erwünschten Maschinenleistung vorgegeben ist.

5

10

15

20

25

30

35

21  
- Leerseite -

P 19730

FIG. 1

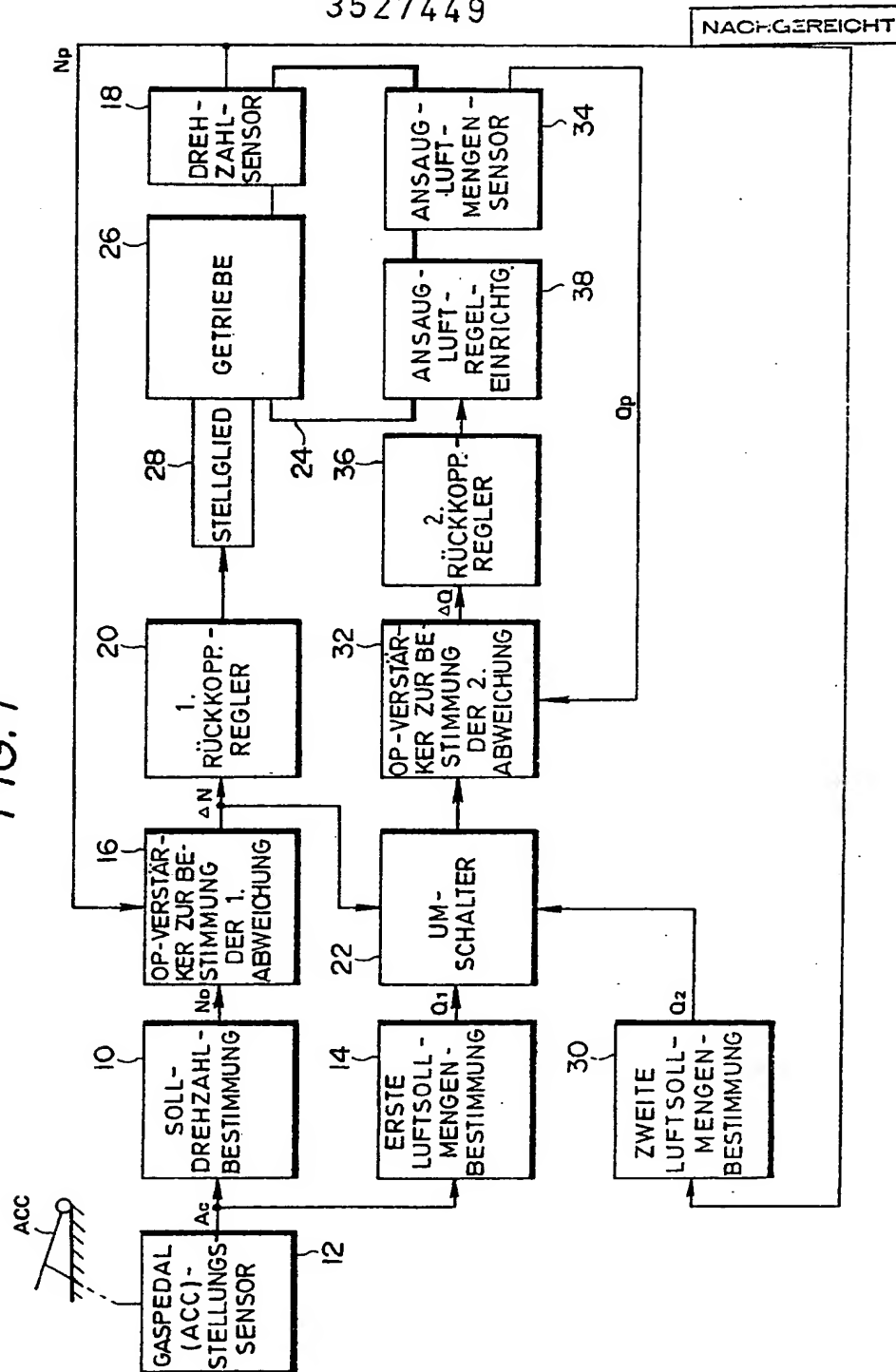


FIG.2

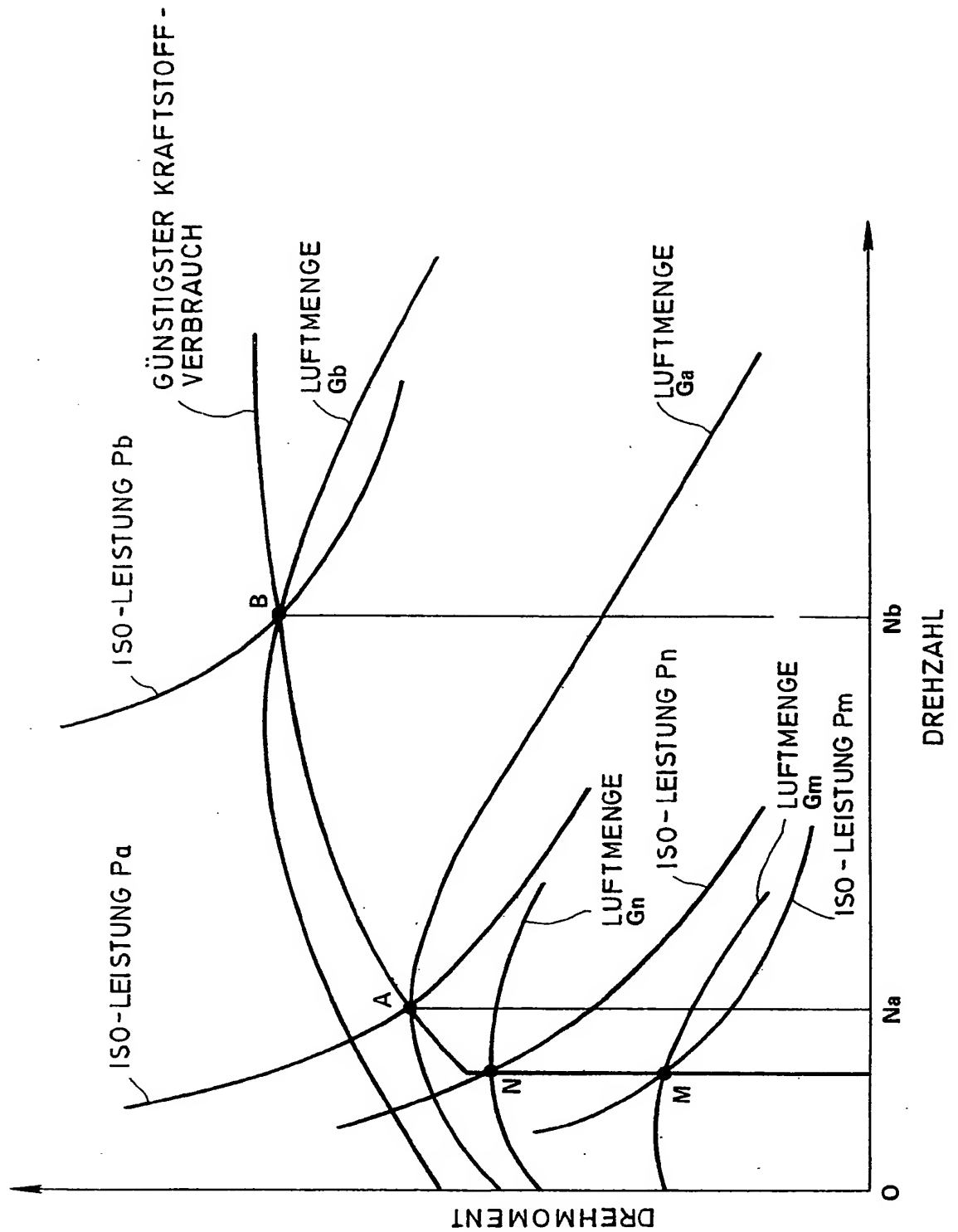
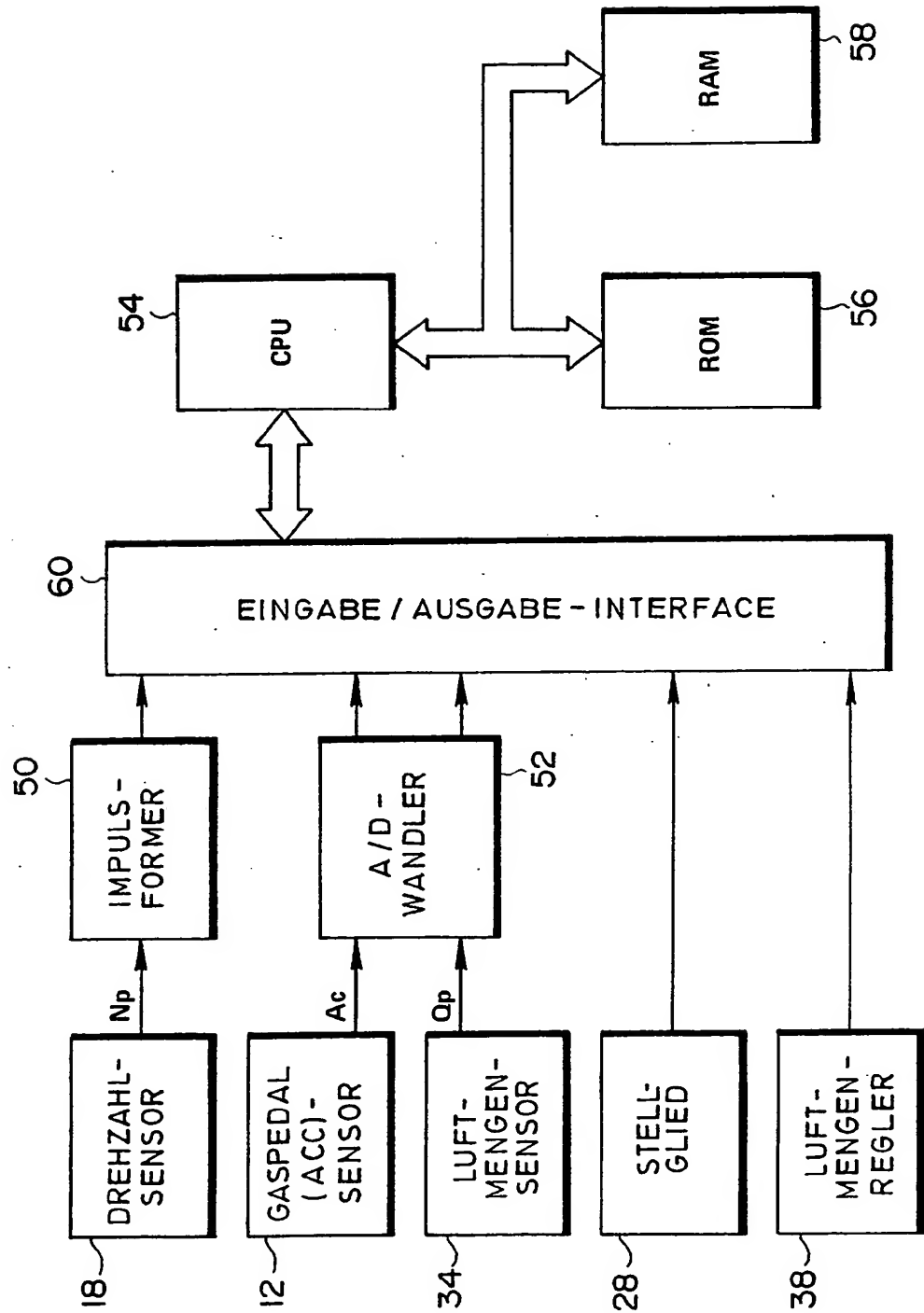




FIG.3



3527449

- 24 -

FIG. 4

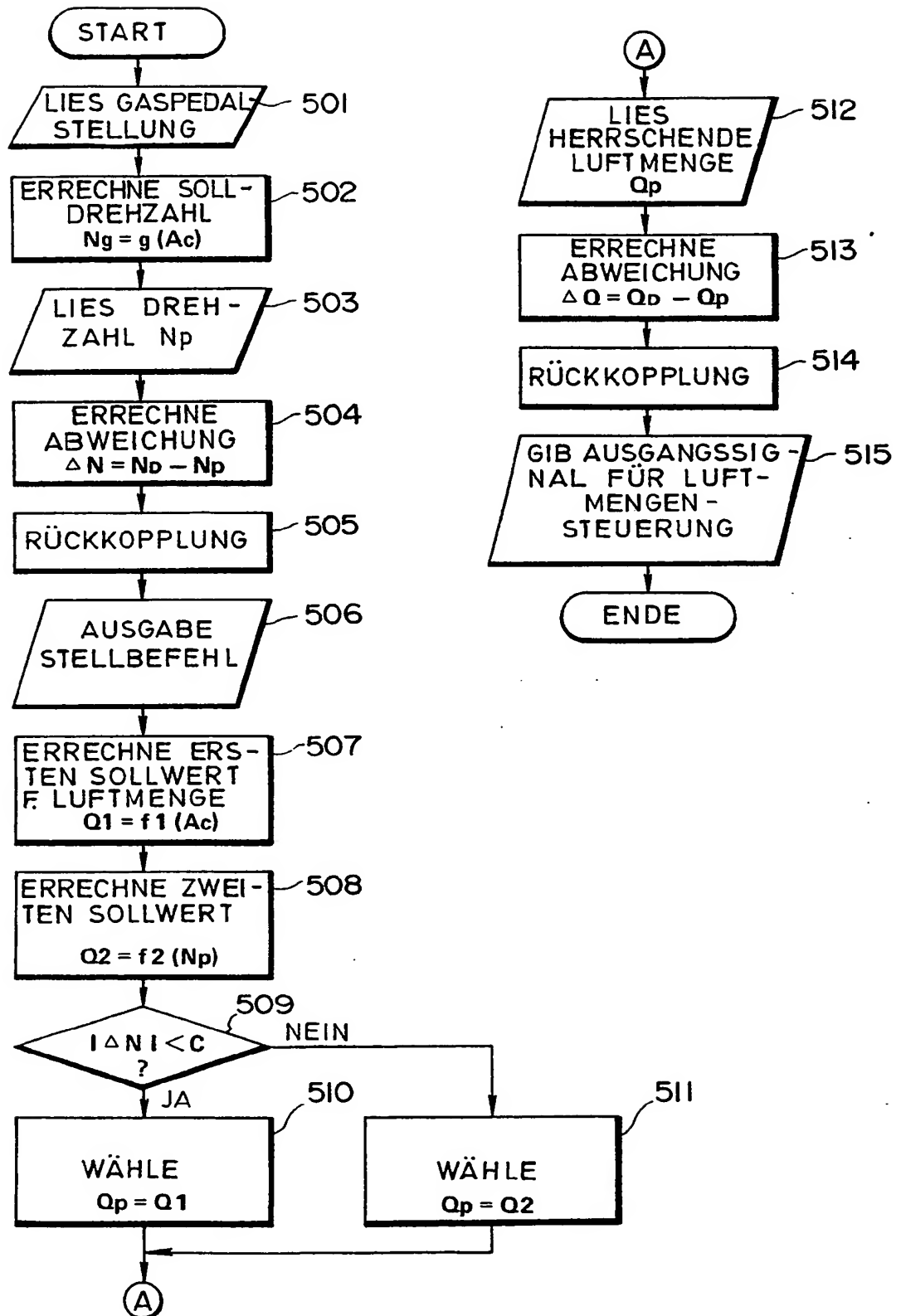


FIG. 5

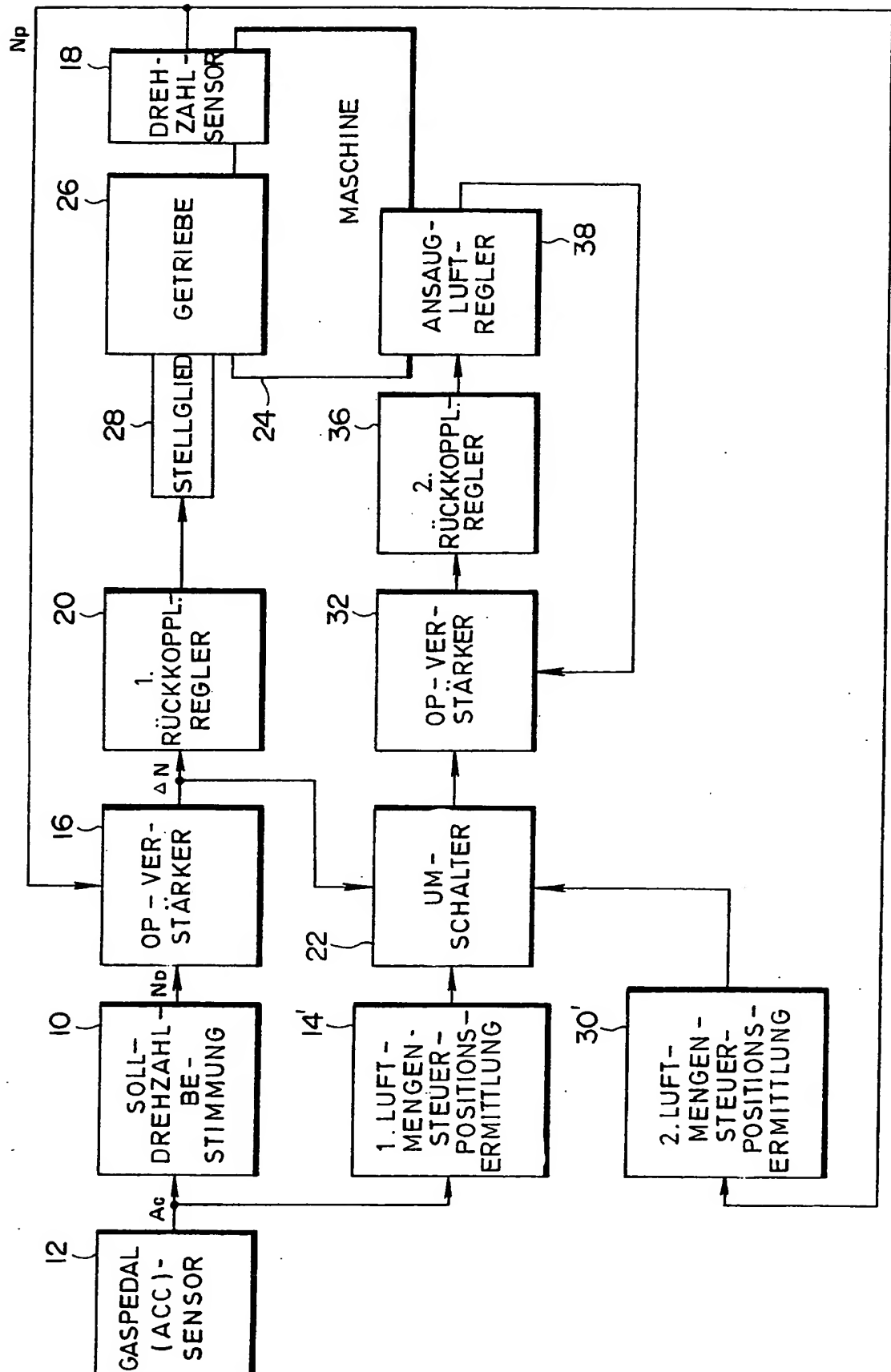


FIG. 6 (STAND DER TECHNIK)

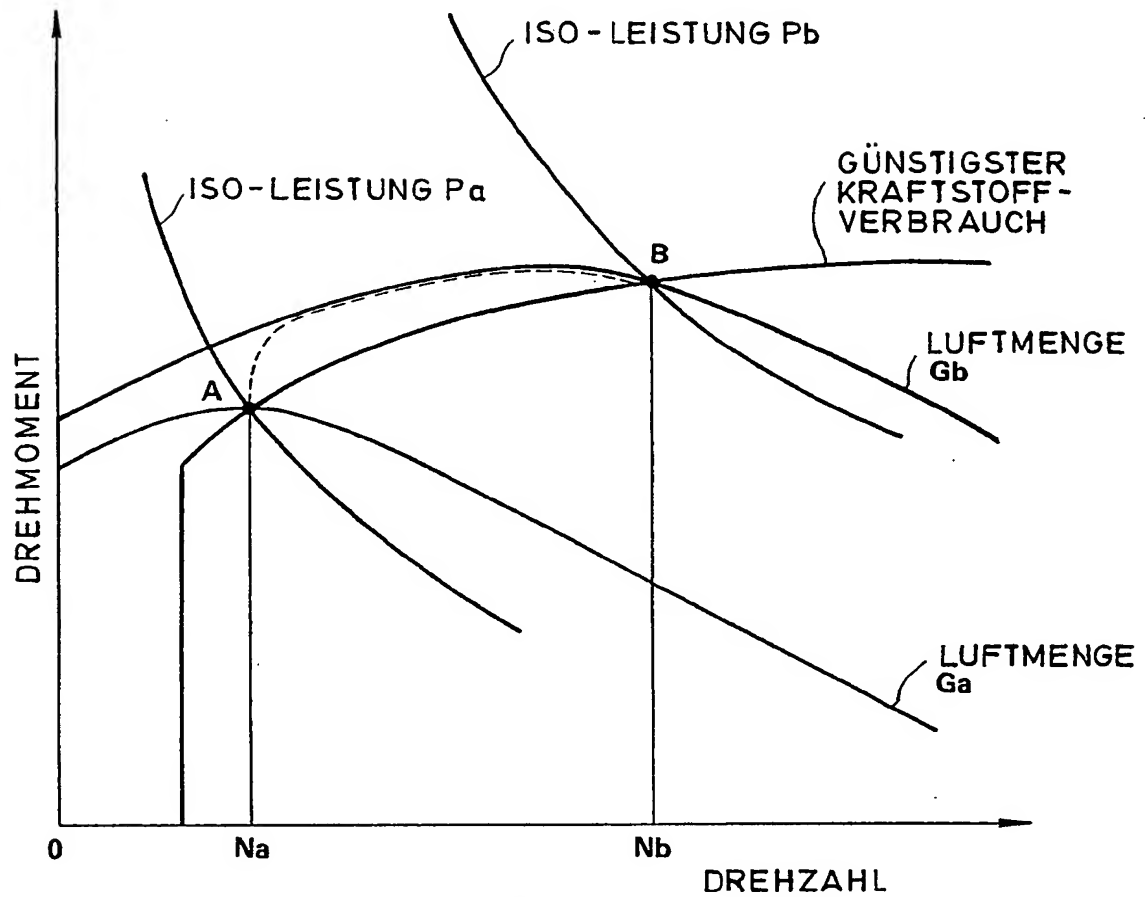


FIG. 7 (STAND DER TECHNIK)

